

Análisis morfoestructural del centro peninsular

Morfostructural analysis of the central Iberian Peninsula

M. Rajado, R. Tejero, P. Fernández y R. Babín

Dpto. de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. c/ Jose Antonio Novais, 2. 28040. pafernan@geo.ucm.es

Resumen: El paisaje del centro peninsular ha sido creado por la actividad tectónica ocurrida desde el Terciario hasta la actualidad. Mediante el análisis espectral y la elaboración de mapas de envolventes se han analizado los principales rasgos morfoestructurales del área. Las longitudes de onda de la topografía muestran el predominio de orientaciones NE-SO, claramente alpinas, aunque cuando son menores de 50 km se observa la superposición de trenes de ondulaciones NO-SE relacionadas con las estructuras variscas. El mapa de subenvolventes muestra la existencia de tres tipos de zonas: zonas de cordillera asociadas a las cadenas montañosas, zonas de plataforma asociadas a relieves suaves y zonas de incisión, relacionadas con el encajamiento de los ríos. Las primeras están caracterizadas por un desequilibrio hídrico y alto potencial de erosión frente a las zonas de plataforma en las que existe un relativo equilibrio. En general el mapa muestra cómo las cuencas del Tajo y del Guadiana cambian desde zonas de plataforma en el Este hacia zonas de incisión hacia el Oeste.

Palabras clave: Morfoestructura, centro peninsular, análisis espectral, mapa de subenvolventes.

Abstract: *The landscape of today's central Iberian Peninsula was shaped by ongoing tectonic activity since the Tertiary. Spectral analysis and subenvelope map let us to decipher some morfostructural features of central Iberian Peninsula. NE-SO wavelength predominate although when wavelength shorter than 50 km show the existence of NO-SE undulations corresponding with variscan structures. Subenvelope pattern let to differentiate three zones: Cordilleran zones related to mountainous ranges, platform zones associated with smoother relief and incision zones related to incised valleys. The first one is characterized by a non-balanced hydric regimen and a great erosional power capacity whereas platform zones exhibit a balanced hydric regimen. The map shows the existence of a change from old planation surfaces in the eastern parts of the Tajo and Guadiana basins towards incision zones in the west part.*

Key words: Morphostructure, central Iberian Peninsula, spectral analysis, subenvelope map.

INTRODUCCIÓN

El relieve de la Península Ibérica refleja la estructura creada como respuesta de la corteza a los esfuerzos transmitidos desde los límites activos de la placa Ibérica. Las cadenas montañosas son bloques corticales levantados en los que aflora el basamento varisco y las cuencas terciarias ocupan los bloques hundidos adyacentes. Las cuencas controlaron la evolución de la red de drenaje haciendo de área colectora de las aguas superficiales de los relieves circundantes. Este trabajo comprende las cuencas medias y altas de los ríos Duero, Tajo y Guadiana (Fig.1). Los dos primeros discurren por cuencas sedimentarias a las que dan nombre, formadas por sedimentos continentales terciarios de hasta 3000 m de espesor (Querol, 1989). Sus límites con el Sistema Central, de orientación media NO-SE, están constituidos por cabalgamientos que buzan hacia el sur en el límite norte y hacia el norte en el límite sur. El Sistema Central está formado por rocas graníticas y metamórficas de alto a medio grado, que definen un conjunto de horst y graben, dando lugar a alineaciones de sierras y cuencas intramontañosas. El margen meridional de la cuenca del Tajo, con una orientación media E-O, marca el límite

con otro bloque cortical elevado que forma las

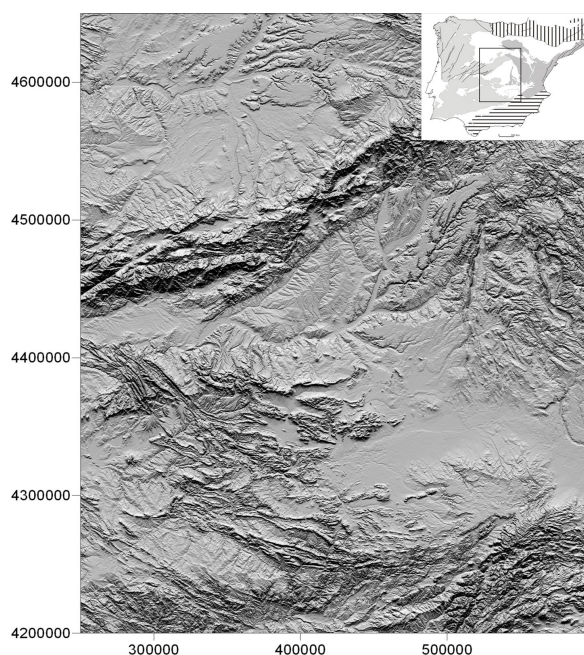


FIGURA 1. Modelo digital del terreno del área estudiada (Datos STRM 90)

elevaciones de sierras de los Montes de Toledo (Martín Serrano, 2005). Como en el Sistema Central, esta cadena montañosa está formada por el basamento varisco, constituido por una sucesión precámbrica y paleozoica formada fundamentalmente por rocas metamórficas de bajo grado. El río Guadiana drena los afloramientos del basamento que se extienden hacia el sur hasta la cuenca del Guadalquivir sin que se haya desarrollado una cuenca sedimentaria similar a las del Duero y del Tago y, por lo tanto, una depresión relacionada con un bloque cortical hundido. Hacia el Oeste, se encuentra la cuenca terciaria de las Vegas del Guadiana pero el relleno sedimentario es mucho menor. En este trabajo se van a analizar la relación entre la tectónica y las formas del relieve mediante un filtrado de las longitudes de onda contenidos en la topografía y un análisis de la red de drenaje a partir de mapas de subenvolventes.

ANÁLISIS ESPECTRAL DE LA TOPOGRAFÍA

Anteriores trabajos (Sánchez-Serrano, 2000; Tejero *et al*, 2006) han puesto de relieve que el análisis de los datos digitales de topografía mediante análisis espectral permite hacer observaciones de las directrices estructurales que controlan el relieve. En este trabajo se ha aplicado el análisis espectral y posteriormente un filtro coseno para diferenciar los rasgos topográficos a escala regional y a escala más local.

El mapa de la figura 2 muestra la topografía correspondiente a las longitudes de onda entre 100 y 50 km. En él se distinguen fácilmente las alineaciones montañosas y las depresiones que caracterizan el centro peninsular y que forman las grandes unidades tectónicas alpinas.

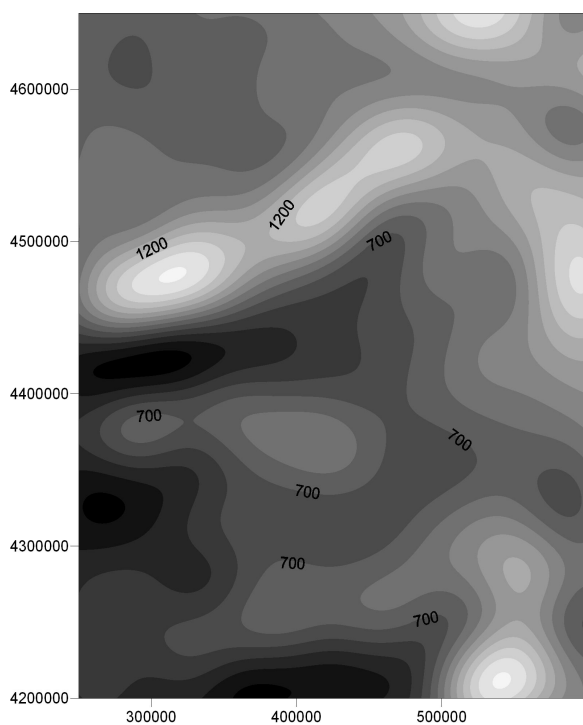


FIGURA 2. Longitudes de onda entre 100 y 50 km (UTM, m)

En la figura 3 se muestra el mapa correspondiente a las longitudes de onda entre 50 y 10 km. Las orientaciones de las ondulaciones no son tan homogéneas. En las cuencas del Duero y del Tago es difícil definir una orientación predominante que si parece destacar en el Sistema Central en el que, limitadas por accidentes N-S, aparecen ondulaciones E-O. Coinciden con las posiciones de las alineaciones de sierras y depresiones intramontañosas. En el Macizo Ibérico meridional, al sur de la cuenca del Tago, también en los afloramientos del basamento varisco, predominan las ondulaciones con direcciones NO-SE. Las crestas de las ondulaciones marcan las líneas de cumbres marcadas por las barras cuarcíticas contenidas en las sucesiones paleozoicas. Esta región se caracteriza por un relieve apalachiano en el que los valles discurren por los núcleos de sinformes y antiformes, mientras que las capas resistentes a la erosión como las cuarcitas forman las sierras. Aunque la dirección NO-SE domina, se observa la existencia de algunos corredores NE-SO que interfieren con ella. Uno de ellos, situado al norte de Sierra Morena forma un área deprimida de suave relieve que corresponde a la Llanura Manchega en la zona oriental. La depresión se encuentra interrumpida por alineaciones de cuarcitas elevadas.

Los principales rasgos del relieve están controlados por las orientaciones de las estructuras variscas (NO-SE) y estructuras alpinas (NE-SO).

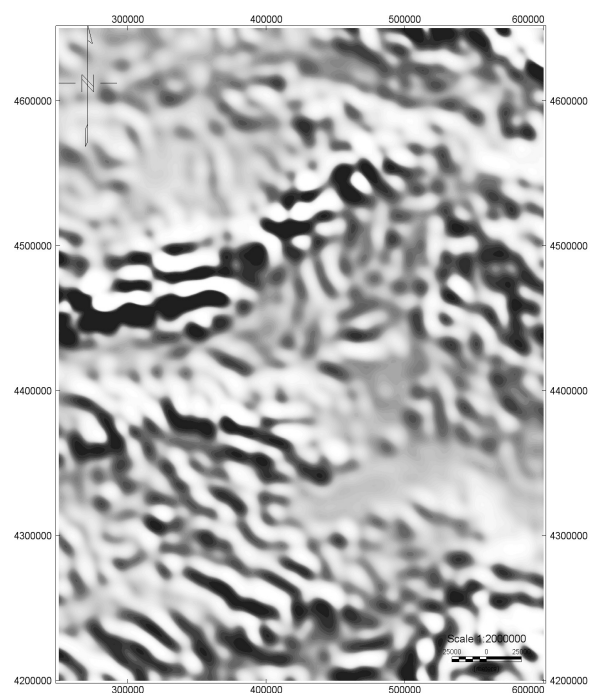


FIGURA 3. Longitudes de onda entre 50 y 10 km (UTM, m)

MAPA DE SUBENVOLVENTES

El concepto de “subenvelope” (subenvolvente), fue definido por Stearns, 1966, como una superficie tangente a los fondos de valle o “thalweg” de los distintos ríos de una región; mientras que el concepto de “envelope” (envolvente), se refiere al de una

superficie que enrasaría cumbres y divisorias de aguas, envolviendo a la actual topografía

En continuación con trabajos anteriores (Fernández *et al.*, 2007; Rájado, 2007), se ha elaborado el mapa de subenvolventes regional de la zona estudiada, tomando una equidistancia de 100 metros (Fig. 4). Atendiendo a la traza y espaciado existentes entre las líneas de subenvolventes se han diferenciado tres tipos de zonas:

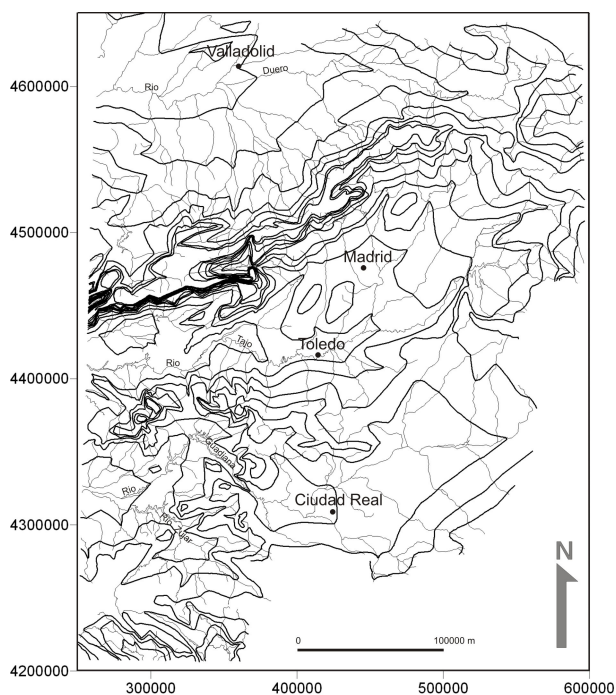


FIGURA 4. Mapa de subenvolventes. (Coordenadas UTM, m)

Zonas de cordillera: caracterizadas por curvas cerradas y con fuertes gradientes en sus bordes. Se localizan principalmente en relación con los relieves del Sistema Central, Montes de Toledo y Sierra de Guadalupe. Presentan una dirección NE-SO y E-O, tanto general, como a menor escala, en las fosas intramontañas que aparecen a lo largo de toda la cadena. En el Sistema Central se aprecia la variación del gradiente entre las vertientes norte y sur.

Zonas de plataforma: caracterizadas por presentar un distanciamiento entre las curvas amplio y un trazado ligeramente convexo o cóncavo. Se identifican en las cuencas sedimentarias del Duero y del Tago, sobre la Llanura Manchega y margen izquierda del río Zújar. Este aspecto se repite igualmente para la cuenca alta del Guadiana, donde apenas existen líneas de subenvolventes, manifestándose como una extensa planicie colgada, hasta llegar a los relieves variscos apalachianos, donde este río presenta un fuerte encajamiento.

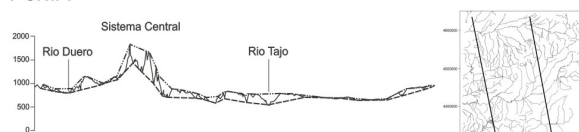
Zonas de incisión: Las líneas se adaptan al retroceso aguas arriba de los grandes valles. Se relacionan con ríos que actualmente se están encajando, y por tanto actúan de nivel de base. El encajamiento más importante se refleja en el río Tago,

con unas variaciones de altura entre los 1.200 m a los 400 m.

El río Guadiana presenta un trazado controlado por escalonamientos y fuertes cambios en su dirección. Su cabecera a 900 m de altitud y dirección NE-SO, cambia prácticamente 90° al llegar a los afloramientos variscos del macizo Ibérico adoptando un trazado NO-SE, acorde con dicho relieve. Este cambio en la dirección coincide con un fuerte encajamiento reflejado en las subenvolventes, que se continúa al pie meridional de los Montes de Toledo y el macizo de Guadalupe, alcanzando los 300 m de altura en el extremo oeste de la zona estudiada. El valle del río Zújar, dentro de la cuenca del Guadiana, se caracteriza por una marcada incisión coherente con las estructuras variscas. Sin embargo sus afluentes y las curvas de las subenvolventes para los interfluvios, revelan una tendencia NE-SO.

En la figura 5 están representados 2 perfiles topográficos NO-SE sobre los que se han dibujado las líneas subenvolvente y envolvente. La diferencia entre ambas expresa el gradiente de energía existente en la actualidad entre el relieve y los ríos para llegar al equilibrio morfológico. Desequilibrio hídrico y alto potencial de erosión existe en el Sistema Central y Montes de Toledo. En las zonas de plataforma la distancia entre subenvolvente y envolvente se mantiene y tienden a ser subhorizontales. Son áreas con un equilibrio relativo donde los ríos mantienen estabilizada su capacidad de incisión al tiempo que se nivela la topografía. Se reconocen en la mayor parte de la Cuenca del Duero, en la parte septentrional de la Cuenca del Tago y en el sector SO del Macizo Ibérico. Cuando ambas superficies prácticamente coinciden el relieve se enrasaría en los fondos de valle lo que sucede en la Llanura Manchega y cuenca alta del río Guadiana.

Perfil I



Perfil II

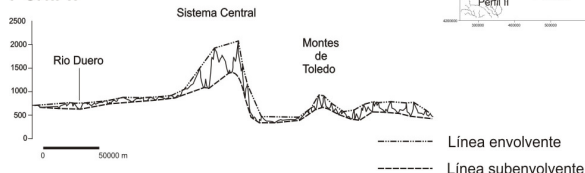


FIGURA 5. Perfiles topográficos y líneas envolventes y subenvolventes.

DISCUSIÓN

El análisis espectral de la topografía y el mapa de subenvolventes revelan que, aunque las estructuras alpinas controlan la morfoestructura del centro peninsular y la geometría de la red de drenaje, cuando se consideran las longitudes de onda menores de 50 km las estructuras variscas parecen jugar también un

papel importante así como los accidentes con orientaciones N-S.

Las ondulaciones menores de 50 km presentan unas direcciones dominantes E-O en el Sistema Central mientras que en el Macizo Ibérico meridional existe una superposición de orientaciones NO-SE y NE-SO. ¿Por qué esta superposición geométrica no se observa en el Sistema Central? Dos factores pueden haber contribuido a esta diferencia. Por un lado las distintas características litológicas de los materiales del Sistema Central y del Macizo Ibérico meridional. En el primero abundan las rocas graníticas y metamórficas, más homogéneas frente a los procesos erosivos y desde un punto de vista reológico. En el Macizo Ibérico meridional, la sucesión prepaleozoica y paleozoica tienen una litología variada, con distinta resistencia a la erosión, que da origen al relieve apalachiano. Además contienen discontinuidades reológicas, bien representadas por fallas paralelas a las estructuras variscas o bien por los planos de estratificación o esquistosidad, que pueden reactivarse bajo los esfuerzos alpinos. Por otro lado, la tasa de deformación alpina es mayor en el Sistema Central, en donde los desplazamientos en la vertical son más grandes. En la figura 6 se muestran dos perfiles NO-SE a favor de la línea de cumbres cuarcíticas, donde se observan las desnivelaciones debidas a las estructuras alpinas NE-SO. El perfil 3 ilustra los cambios de altitud entre los Montes de Toledo (NE) y el valle del río Guadiana. En el perfil 4, transversal a las estructuras variscas, se observa las variaciones de altitud de las barras cuarcíticas a lo largo de las estructuras alpinas.

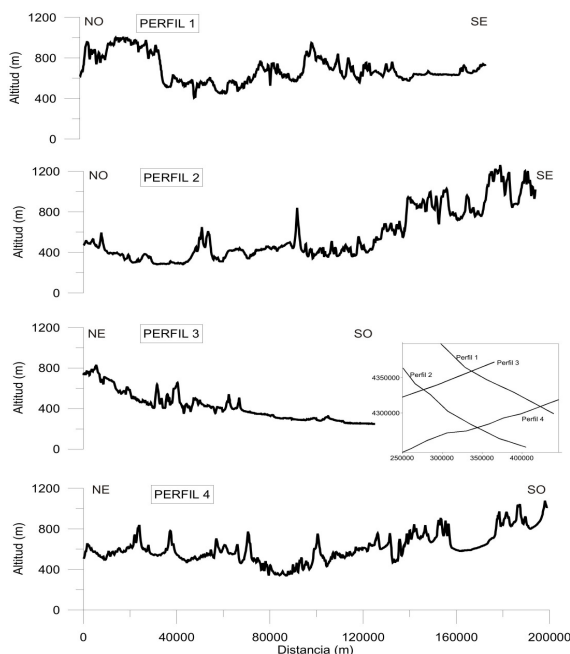


FIGURA 6. Perfiles topográficos NO-SE y NE-SO en el Macizo Ibérico meridional. Los picos corresponden a tramos de cuarcitas.

El mapa de subenvolventes, proporciona observaciones interesantes en cuanto a la evolución de la red de drenaje. La cuenca del Duero es una zona de plataforma, así como las cuencas altas del Tajo y del Guadiana. El carácter de las subenvolventes cambia en estos ríos al oeste de Toledo y Ciudad Real, según una alineación N-S que coincide en el Sistema Central con la falla del Herradón-Casillas.

El análisis matemático de la topografía y el estudio de la red de drenaje, muestran la influencia de las estructuras alpinas y variscas en la morfoestructura del interior Peninsular. Estudios posteriores aportarán nuevos datos a la evolución reciente.

REFERENCIAS

- Querol, R., (1989): *Geología del subsuelo de la Cuenca del Tajo*. ITGE-ETSI de Minas de Madrid. Madrid, 48 p.
- Fernández, P.; Tejero, R.; Rájado, M. y Babín, R. (2007): Aplicación del análisis geomorfológico al estudio de la deformación en una zona de intraplaca. *XII Reunión Nacional de Cuaternario*, 139-140. Avila
- Martín Serrano, A. Ed (2005): *Memoria del Mapa Geomorfológico de España y del margen continental, escala 1: 1000000*. IGME.
- Rájado, M. (2007): *Identificación de estructuras neotectónicas y recientes mediante el análisis de mapas de subenvolventes*. DEA. Dpto. Geodinámica. UCM, pp.45
- Sánchez-Serrano, F., 2000. *Análisis de la topografía y deformaciones recientes en el centro de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. UCM. pp 202.
- Stearns, R. (1966): Development of the physiography of the western highland rim plateau in Tennessee by ground-water sapping or rejuvenated stream cycle.
- Tejero, R., Gonzalez-Casado, J.M., Gómez-Ortíz, D., Sánchez Serrano, F. 2006. Insights into the "tectonic topography" of the present-day landscape of the central Iberian Peninsula (Spain). *Geomorphology*, 76, 280-294.